

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 6 novembre 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 12 mai 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES, Etablissement Public de l'Etat. — FR.

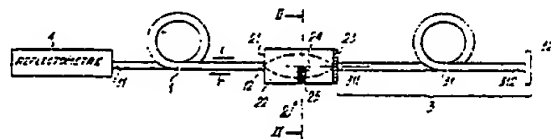
(72) Inventeur(s) : Jean Michel Maisonneuve ; Bruno Duchenne.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Martinet et Lapoux.

(54) Dispositif optique à cavité résonnante notamment pour l'étalonnage de réflectomètres.

(57) Le dispositif comprend une fibre optique d'amorçage 1 et une cavité résonnante 3 reliées à travers un coupleur à suppression de réflexion de Fresnel 2. Il est caractérisé en ce que le coupleur et un miroir semi-réfléchissant 23 constituant l'entrée de la cavité résonnante forment une pièce monobloc réalisée à partir d'une lentille à gradient d'indice 22. À une première face 21 de la lentille est collée une première extrémité 12 de la fibre d'amorçage dont une seconde extrémité 11 est reliée à l'appareil à étalonner tel qu'un réflectomètre 4. Une seconde face de la lentille est traitée et forme le miroir semi-réfléchissant. Un évidement 24 est ménagé dans la lentille pour recevoir un écran 25 ayant pour fonction d'éliminer la réflexion de Fresnel. Des première 311 et seconde 312 extrémités d'une fibre optique de cavité sont respectivement collées à la seconde face semi-réfléchissante de la lentille et à un miroir totalement réfléchissant 32 afin de constituer la cavité résonnante.



FR 2 622 979 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

Dispositif optique à cavité résonnante notamment  
pour l'étalonnage de réflectomètres

La présente invention concerne de manière générale les problèmes d'étalonnage d'appareils destinés au test des liaisons de transmission à fibre optique. Plus particulièrement, l'invention concerne des perfectionnements apportés à des dispositifs optiques d'étalonnage de type à cavité résonnante pour réflectomètre et, sous réserve d'aménagements de détails à la portée de l'homme de métier, pour échomètres.

L'article "Optical time-domain reflectometer specifications and performance testing" de B.L. Danielson paru dans Applied Optics, vol. 24, n°15, p. 2313 à 2322, 1er août 1985, fait état de la technique dans le domaine de l'étalonnage et de la mesure des performances des réflectomètres.

Les dispositifs d'étalonnage à cavité résonnante connus actuellement sont décrits par B.L. Danielson en référence aux Figs 5 à 8 de l'article précité. Ces dispositifs comprennent un coupleur optique, dit également isolateur, pour adapter une extrémité d'une fibre optique dans laquelle est injectée, par une autre extrémité, une impulsion lumineuse incidente, à une entrée d'une cavité résonnante produisant un train d'impulsions lumineuses d'étalonnage de caractéristiques connues et stables en réponse à ladite impulsion lumineuse incidente. Le coupleur a pour fonction d'éliminer les réflexions de l'impulsion lumineuse incidente au niveau de l'entrée de la cavité résonnante ; il comprend essentiellement des première et seconde lentilles biconvexes et un écran destiné à éliminer les faisceaux lumineux réfléchis. Les première et seconde lentilles sont respectivement placées face à l'extrémité de la fibre optique et à un miroir semi-réfléchissant de la cavité résonnante formant l'entrée de celle-ci. Entre les lentilles, les faisceaux lumineux incidents et réfléchis sont parallèles et ont des trajets déterminés. L'écran est placé entre les deux lentilles, en travers du trajet des faisceaux lumineux réfléchis afin de les absorber et d'éviter leur transmission dans la fibre optique, vers le réflectomètre. Les réflexions de l'impulsion lumineuse incidente au niveau de la première lentille

sont évitées par adaptation de l'extrémité de la fibre optique à la lentille. A cet effet, un produit d'indice de réfraction adapté est, par exemple, utilisé pour combler l'espace entre l'extrémité de la fibre et la lentille. Si la fibre et la lentille ont des indices de réfraction différents, pour supprimer totalement la réflexion, l'extrémité de la fibre optique est auparavant coupée en biseau et polie.

Un tel coupleur est de réalisation délicate et coûteuse. Il implique notamment la nécessité d'une monture d'assemblage assurant un alignement et un maintien en position parfait des lentilles et de l'écran par rapport à l'extrémité de la fibre optique et à l'entrée de la cavité résonnante. Il en résulte que les dispositifs optiques à cavité résonnante selon la technique antérieure, pour étalonner des réflectomètres ou échomètres, atteignent généralement un prix de revient relativement élevé.

La présente invention vise à fournir un dispositif optique à cavité résonnante notamment pour l'étalonnage de réflectomètres, de réalisation simple et d'un coût réduit.

A cette fin, le dispositif optique selon l'invention comprenant une première fibre optique ayant une première extrémité par laquelle est injectée une impulsion lumineuse incidente, un résonateur optique ayant une entrée constituée par un miroir semi-réfléchissant, et des moyens pour coupler sans réflexion de Fresnel une seconde extrémité de la première fibre optique à l'entrée du résonateur, est caractérisé en ce que lesdits moyens pour coupler comprennent une lentille à gradient d'indice ayant une première face contre laquelle est appliquée la seconde extrémité de la première fibre, une seconde face solidaire dudit résonateur optique et traitée pour former ledit miroir semi-réfléchissant formant l'entrée du résonateur, et un évidement ménagé transversalement à l'axe de la lentille contenant un écran en matériau absorbant pour supprimer la réflexion de Fresnel par ledit miroir semi-réfléchissant.

Les moyens pour coupler selon l'invention constituent ainsi une pièce optique monobloc offrant un coût de fabrication réduit.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description

suivante de plusieurs réalisations préférées du dispositif selon l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

5       - la Fig. 1 montre schématiquement un dispositif optique selon l'invention connecté à un réflectomètre ; et

      - la Fig. 2 est une vue en coupe prise le long de la ligne II-II de la Fig. 1, d'un coupleur inclus dans le dispositif selon l'invention.

10       En référence à la Fig. 1, le dispositif optique d'étalonnage à cavité résonnante selon l'invention comprend une fibre optique d'amorçage 1, un coupleur à suppression de réflexion de Fresnel 2, et une cavité résonnante 3.

15       Une première extrémité 11 de la fibre d'amorçage 1 est connectée à un réflectomètre 4 injectant dans la fibre d'amorçage 1 des impulsions lumineuses  $i$  dont le spectre est centré sur une longueur d'onde prédéterminée  $\lambda$ . Une seconde extrémité 12 de la fibre d'amorçage 1 est collée en bout à une première face 21 du coupleur 2.

20       Le coupleur à suppression de réflexion de Fresnel 2 est constitué à partir d'une lentille à gradient d'indice 22, telle qu'une lentille de type SELFOC (Marque déposée) commercialisée par la société française MELLES GRIOT. La lentille 22 est du type demi-onde ("1/2 pitch" en terminologie anglaise) ; elle est de forme cylindrique et comprend une première face constituant la face 21 du dispositif de couplage 2, et une seconde face 23. La seconde  
25       extrémité 12 de la fibre d'amorçage 1 est collée en bout au centre de la face 21 à l'aide d'une colle ayant un indice de réfraction sensiblement égal à celui de la silice, matériau constitutif de la fibre d'amorçage et de la lentille 22. La seconde face 23 de la  
30       lentille 22 est traitée, par exemple par métallisation, pour former un miroir semi-réfléchissant pour le spectre centré sur la longueur d'onde  $\lambda$ , typiquement réfléchissant à 97 % pour un dispositif selon l'invention adapté à l'étalonnage d'un réflectomètre. Comme montré  
35       à la Fig. 1 et plus en détail à la Fig. 2, la lentille 22 est sectionnée transversalement de préférence en son milieu, à mi-distance entre les faces 21 et 23, afin de ménager un évidement  
24 en forme de gorge semi-circulaire à fond diamétral à la

- 4 -

lentille. L'évidement 24 est destiné à recevoir un écran en matière absorbante 25 ayant pour fonction d'éliminer la réflexion de Fresnel relative aux impulsions lumineuses incidentes  $i$ , au niveau de la seconde face 23 de la lentille 22 et au niveau de l'extrémité 311 de la fibre de cavité 31. L'écran 25 est réalisé par exemple à l'aide d'une résine de couleur noire et/ou de la poix, remplissant l'évidement 24.

La cavité résonnante 3 est constituée à l'aide d'une fibre optique 31 ayant une première extrémité 311 collée en bout au centre de la seconde face 23 formant miroir semi-réfléchissant, et une seconde extrémité 312 collée en bout à un miroir totalement réfléchissant 32 pour le spectre centré sur la longueur d'onde  $\lambda$ .

Selon une variante de réalisation, le miroir 32 est formé par polissage et métallisation d'une face en bout de l'extrémité 312 de la fibre optique 31.

Pour chaque impulsion lumineuse incidente  $i$ , la cavité résonnante 3 produit un train d'impulsions lumineuses  $r$  régulièrement amorti selon une loi linéaire connue (en échelle logarithmique). La période de répétition des impulsions du train est déterminée par la longueur de la fibre de cavité 31. L'amortissement du train  $r$  est fonction de l'atténuation introduite par la fibre 31 et du taux de réflexion du miroir semi-réfléchissant 23. La mesure précise de la longueur de la fibre 31, de son atténuation linéique, et du taux de réflexion du miroir semi-réfléchissant 23 permet de connaître précisément les paramètres caractéristiques, périodicité et amortissement, du train d'impulsion  $r$ . Le train  $r$  constitue un signal étalon à l'aide duquel le réflectomètre 4 est étalonné et ses performances mesurées.

Les fibres 1 et 31 sont de préférence de même type que celui de la fibre pour laquelle il convient d'étalonner le réflectomètre 4. Le choix de la longueur de la fibre de cavité 31 et du taux de réflexion du miroir semi-réfléchissant 23 permet d'adapter le dispositif selon l'invention à l'étalonnage et au test de différents types de réflectomètre ou d'échomètre.

Dans le cas de l'étalonnage et du test d'un réflectomètre, il est parfois souhaitable que les impulsions successives du train

- 5 -

d'impulsions r se juxtaposent afin de former un signal ayant une forme d'onde simulant celle d'un signal continu effectivement rétrodiffusé lors de la transmission d'un faisceau lumineux dans un support de transmission constitué d'une fibre optique. La longueur  
5 de la fibre de cavité 31 est alors ajustée pour obtenir la juxtaposition, voire le chevauchement des impulsions, l'ajustement du taux de réflexion du miroir semi-réfléchissant 23 permettant d'obtenir l'amortissement désiré. Un amortissement supplémentaire peut être également introduit dans le train d'impulsions r, par  
10 exemple en augmentant l'atténuation apportée par la fibre de cavité 31 par courbure ou microcourbures de la fibre.

Par ailleurs, la longueur de la fibre d'amorçage l doit faire l'objet d'un compromis. La fibre l doit être de longueur suffisamment grande pour produire un signal rétrodiffusé réel  
15 utilisé comme signal de référence et ayant un niveau suffisant par rapport auquel est ajusté le niveau du train d'impulsions r, tout en restant dans des limites raisonnables afin de ne pas déformer exagérément les impulsions incidentes i, notamment leur largeur, ce qui entraînerait des incertitudes sur la connaissance des  
20 caractéristiques du train d'impulsions r.

Un dispositif d'étalonnage selon l'invention pour un réflectomètre délivrant des impulsions lumineuses ayant une durée à mi-amplitude de 10 ns, comprenant un miroir semi-réfléchissant 23 ayant un taux de réflexion de 97 %, une fibre d'amorçage l de  
25 longueur 5 m, et une cavité 3 ayant une longueur de fibre 31 de 1 m et une atténuation de 0,75 dB permet d'obtenir un train d'une vingtaine d'impulsions juxtaposées à mi-amplitude et ayant une dynamique linéaire d'environ 15 dB sur une longueur équivalente de ligne de 40 m. Pour une longueur supérieure de la fibre 31 de la  
30 cavité, entraînant une juxtaposition partielle des impulsions, la longueur équivalente de la ligne peut être portée à 100 m ou plus.

REVENDECATIONS

1 - Dispositif optique pour produire un train d'impulsions lumineuses (r) ayant des périodicité et amortissement prédéterminés en réponse à une impulsion lumineuse incidente (i) dont le spectre est centré sur une longueur d'onde prédéterminée ( $\lambda$ ), ledit  
5 dispositif comprenant une première fibre optique (1) ayant une première extrémité (11) par laquelle est injectée l'impulsion lumineuse incidente (i), un résonateur optique (3) ayant une entrée constituée par un miroir semi-réfléchissant (23), et des moyens (2)  
10 pour coupler sans réflexion de Fresnel une seconde extrémité (12) de la première fibre optique (1) à l'entrée (23) du résonateur, caractérisé en ce que lesdits moyens pour coupler (2) comprennent une lentille à gradient d'indice (22) ayant une première face (21)  
15 contre laquelle est appliquée la seconde extrémité (12) de la première fibre (1), une seconde face solidaire dudit résonateur optique (3) et traitée pour former ledit miroir semi-réfléchissant (23) constituant l'entrée du résonateur (3), et un évidement (24) ménagé transversalement à l'axe de la lentille (22) contenant un écran (25) en matériau absorbant pour supprimer la réflexion de Fresnel par ledit miroir semi-réfléchissant (23).

20 2 - Dispositif optique conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la lentille à gradient d'indice (22) est une lentille du type demi-onde de forme cylindrique.

25 3 - Dispositif optique conforme à la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le miroir semi-réfléchissant (23) est obtenu par métallisation de la seconde face de la lentille.

30 4 - Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la seconde extrémité (12) de la première fibre (1) est collée au centre de la première face (21) de la lentille (22) à l'aide d'une colle ayant un indice de réfraction sensiblement égal à ceux de la première fibre optique (1) et de la lentille (22).

35 5 - Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'écran en matériau absorbant (25) est constitué par de la résine de couleur noire et/ou de la poix remplissant l'évidement (24).

- 7 -

6 - Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'évidement (25) est une gorge semi-circulaire à fond axial à la lentille.

5 7 - Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le résonateur optique (3) comprend une seconde fibre optique (31) ayant une première extrémité (311) collée en bout au centre de la seconde face de la lentille formant miroir semi-réfléchissant (23) et une seconde extrémité (312) collée en bout à un miroir totalement réfléchissant (32).

10 8 - Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le résonateur optique (3) comprend une seconde fibre optique (31) ayant une première extrémité (311) collée en bout au centre de la seconde face de la lentille formant miroir semi-réfléchissant (23) et une seconde extrémité (312) dont  
15 le bout est poli et métallisé et forme un miroir totalement réfléchissant (32).

9 - Dispositif conforme à la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que lesdites première et seconde fibres optiques (1 et 31) sont de même type.



17

FIG.1

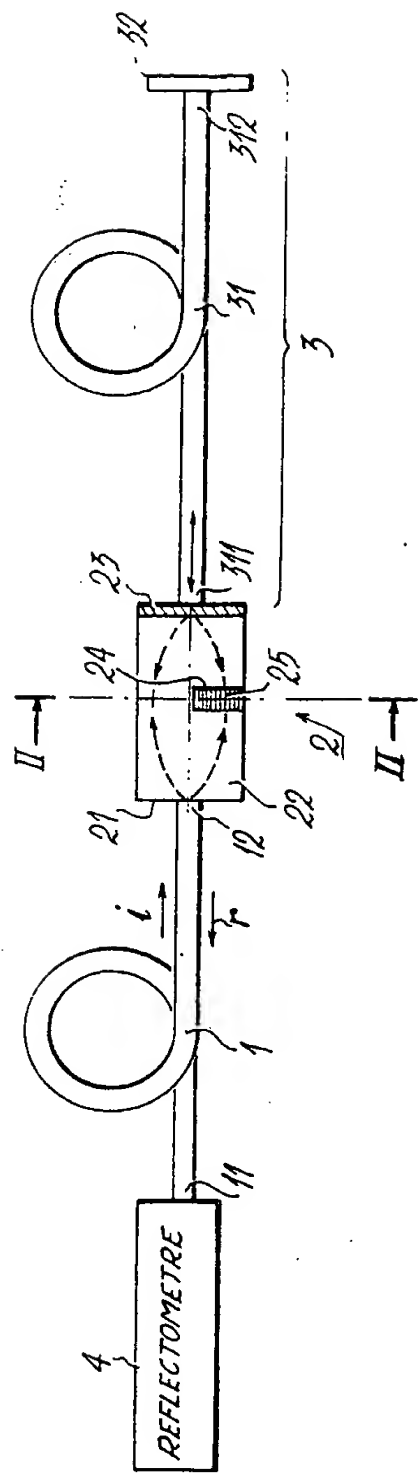


FIG. 2

